(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 6 月 29 日(29.06.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/110252 A1

(51) 国際特許分類:
F16H 19/02 (2006.01) *B25J 17/00* (2006.01)
B25J 11/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/082256

(22) 国際出願日: 2016 年 10 月 31 日(31.10.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2015-250558 2015 年 12 月 22 日(22.12.2015) JP

(71) 出願人: ボッシュ株式会社(BOSCH CORPORATION) [JP/JP]; 〒1508360 東京都渋谷区渋谷３丁目６番７号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: ダメラウ　ヨッヘン (DAMERAU Jochen); 〒1508360 東京都渋谷区渋谷３丁目６番７号 Tokyo (JP). ルウクス　ベンジャミン (ROUX Benjamin); 〒1508360 東京都渋谷区渋谷３丁目６番７号 Tokyo (JP). 鈴木　真崇(SUZUKI Masataka); 〒1508360 東京都渋谷区渋谷３丁目６番７号 Tokyo (JP).

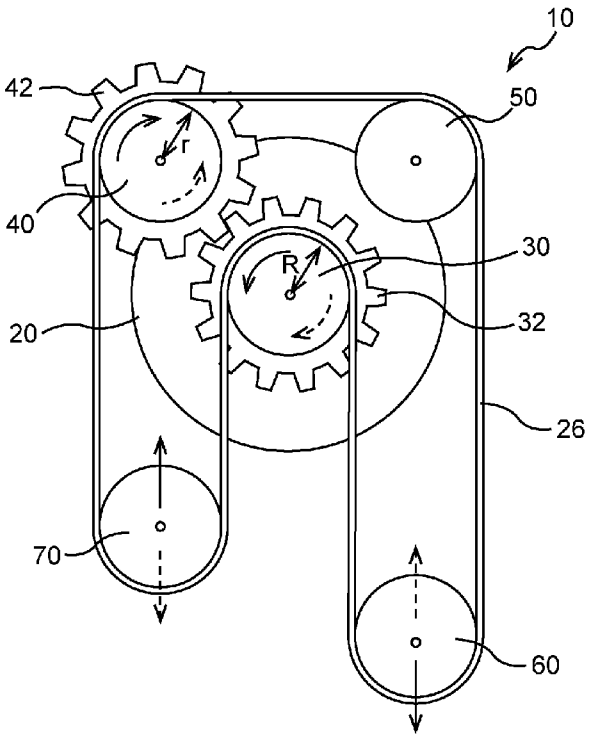
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: DIFFERENTIAL GEAR DEVICE

(54) 発明の名称 : 差動装置



(57) **Abstract**: In order to enable increasing the number of years of service life while avoiding becoming bulkier, this differential gear device is provided with: a first rotating body, a second rotating body, a third rotating body and a fourth rotating body, each of which has a rotation axis that extends in parallel to one direction; a drive unit which axially drives at least the first rotating body; and an endless transmission member which, in a plane intersecting with the one direction, is arranged across the first rotating body, the second rotating body, the third rotating body and the fourth rotating body, wherein, by driving the drive unit, the third rotating body and the fourth rotating body are made to carry out linear motion.

(57) 要約: 大型化することなく耐用年数を向上可能な差動装置を提供する。　差動装置は、一の方向に沿って平行に延びる回転軸をそれぞれ有する第１の回転体、第２の回転体、第３の回転体及び第４の回転体と、少なくとも第１の回転体を軸回転させる駆動部と、一の方向に交差する平面上で、第１の回転体、第２の回転体、第３の回転体及び第４の回転体に渡って配設された無端伝動部材と、を備え、駆動部を駆動することにより、第３の回転体及び第４の回転体がそれぞれ直進運動を行う。

WO 2017/110252 A1

明　細　書

発明の名称 ： 差動装置

技術分野

[0001] 本発明は、差動装置に関する。特に、２つの可動要素にそれぞれ直進運動をさせる差動装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、人の動作を支援あるいは補助する人体装着ロボットが知られている。人体装着ロボットは、例えば、ユーザに装着される関節部と、ユーザの意図又は状態あるいは周囲の状況を検知するためのセンサと、関節部に対して駆動トルクを付与するアクチュエータと、制御装置とを備えて構成される。一般的に、アクチュエータは、モータと、モータの高速回転を人体の動作に適した低速回転に変換する変速機とを備える。変速機は、例えば、１／５０～１／２００の変速比で、モータの回転を関節部に伝達する。アクチュエータは、例えば、ハーモニックドライブ（登録商標）又はウォームギヤとＤＣモータとを組み合わせて構成される。また、別の差動ギヤとして、サンギヤ、ボールギヤ、及び、複数のプラネタリギヤにより構成されたものもある。これらのギヤ機構を用いた減速ギヤは、歯欠けが起こらないように剛性の高い材料を使用する必要があり、比較的コストがかかるという問題がある。

[0003] これに対して、古くから、ギヤの代わりに、ケーブル、ベルト又はチェーン等を用いて、ギヤ機構と同等の減速比を達成し得る代替の装置も存在する。これらの装置は、差動プーリのメカニズムを利用するものであり、例えば、一体的に回転可能な直径の異なる２つのプーリを含む回転体と、当該回転体の下方に懸架されて負荷を支える１つのプーリと、これらの３つのプーリに渡って配設される無端ロープ又は無端チェーンとを備える。差動プーリ装置は、比較的低コストで構成でき、かつ、採掘用のバケットやボート等の重量物であっても、操作者の力によって容易に上下動させることができる。さらに、特許文献１に示すように、従来の差動プーリ装置に対してモータを追

加し、差動プーリアクチュエータとしたものもある。かかる差動プーリアクチュエータは、操作者の力ではなく、モータの駆動力によって、比較的小さい力で負荷を進退動させることができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第１９８９／０１０２４２号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、モータを備えた差動プーリアクチュエータは、耐用年数が比較的短く、また、長時間の継続使用を前提として設計されていない場合が多い。装置の内部で伝達され得る大きな駆動力は、様々な部品を大型化しない限り、ケーブル等の無端伝動部材の寿命を縮めることとなる。かかる部品の大型化は、例えば、人体装着ロボット等の比較的小型のシステムへの差動プーリアクチュエータの適用を困難にする。

[0006] 特に、人体装着ロボットの関節部のように、アクチュエータによって回動される対象が、回転方向を反転させながら使用され得る場合に、１つのアクチュエータに、それぞれ進退方向が逆となる２つの可動要素を設ける必要がある。この場合、より大きな駆動力が必要になって、ケーブル等の無端伝動部材の寿命がさらに短くなりやすい。

[0007] 本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的とするところは、大型化することなく耐用年数を向上可能な、新規かつ改良された差動装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するために、本発明のある観点によれば、一の方向に沿って平行に延びる回転軸をそれぞれ有する第１の回転体、第２の回転体、第３の回転体及び第４の回転体と、少なくとも第１の回転体を軸回転させる駆動部と、一の方向に交差する平面上で、第１の回転体、第２の回転体、第３の

回転体及び第４の回転体に渡って配設された無端伝動部材と、を備え、駆動部を駆動することにより、第３の回転体及び第４の回転体がそれぞれ直進運動を行う、差動装置が提供される。

[0009] 本発明の差動装置によれば、無端伝動部材が、略同一の平面上において、第１の回転体、第２の回転体、第３の回転体及び第４の回転体に渡って配設される。したがって、無端伝動部材として、摩擦力により回転体を駆動するケーブルに限らず、歯の噛み合いにより回転体を駆動するベルトやチェーンを用いることができるようになり、各部品を大型化することなく、耐用年数を向上させることができる。

[0010] 駆動部を駆動させた際の第１の回転体による無端伝動部材の送出量と、第２の回転体による無端伝動部材の送出量とが異なってもよい。

[0011] 無端伝動部材は、少なくとも第１の回転体、第４の回転体、第２の回転体、及び第３の回転体に、この順に捲回されて再び第１の回転体に捲回され、駆動部を駆動することにより、第１の回転体から第３の回転体を経由して第２の回転体に至る無端伝動部材の長さが長くなる場合には第１の回転体から第４の回転体を経由して第２の回転体に至る無端伝動部材の長さが短くなる一方、第１の回転体から第３の回転体を経由して第２の回転体に至る無端伝動部材の長さが短くなる場合には第１の回転体から第４の回転体を経由して第２の回転体に至る無端伝動部材の長さが長くなってもよい。

[0012] 駆動部を駆動したときに、第１の回転体及び第２の回転体は、互いに異なる速度で回転してもよい。

[0013] 無端伝動部材の軌跡を変更するための、少なくとも１つの従動回転体を備えてもよい。

[0014] 第１の回転体の半径と第２の回転体の半径とが互いに異なってもよい。

[0015] 第１の回転体の回転軸に固定された第５の回転体と、第２の回転体の回転軸に固定された第６の回転体と、第５の回転体及び第６の回転体に捲回された第２の無端伝動部材と、を含む回転伝達部を備え、第２の回転体は、回転伝達部を介して第１の回転体の回転が伝達されて回転してもよい。

[0016] 第２の回転体を回転駆動する第２の駆動部を備えてもよい。

[0017] 第２の回転体は、ギヤ機構を介して第１の回転体の回転が伝達されて回転してもよい。

[0018] 第１の回転体が駆動側プーリであり、第２の回転体が従動側プーリであり、駆動側プーリ及び従動側プーリのうちの少なくとも一方のピッチ径を変更する無段変速装置を備えてもよい。

[0019] 無端伝動部材が、無端ベルト、無端チェーン又は無端ケーブルであってもよい。

[0020] 第３の回転体及び第４の回転体が、それぞれ、回転動作部に固定又は捲回されたケーブルに接続され、差動装置が、回転動作部を回転駆動させてもよい。

[0021] 回転動作部が、人体装着ロボットの関節部であってもよい。

[0022] 回転動作部は、長径部及び短径部を有し、回転動作部が回転したときに、長径部が第３の回転体に接続されたケーブル又は第４の回転体に接続されたケーブルに張力を付与してもよい。

発明の効果

[0023] 以上説明したように本発明によれば、２つの可動要素の直進運動が行われる差動装置を大型化することなく耐用年数を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]第１の実施の形態にかかる差動装置を示す模式図である。

[図2]同実施形態にかかる差動装置の斜視図である。

[図3]同実施形態にかかる差動装置を適用した人体装着ロボットを示す説明図である。

[図4]第２の実施の形態にかかる差動装置を示す模式図である。

[図5]同実施形態にかかる差動装置の斜視図である。

[図6]第３の実施の形態にかかる差動装置を示す模式図である。

[図7]第４の実施の形態にかかる差動装置を示す模式図である。

[図8]第５の実施の形態にかかる差動装置を示す斜視図である。

[図9]第６の実施の形態にかかる差動装置を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0026] ＜１．第１の実施の形態＞

（１－１．差動装置の構成）

まず、図１及び図２を参照して、本発明の第１の実施の形態にかかる差動装置１０の構成例について説明する。図１は、差動装置１０の主要部を各プーリの回転軸の延在方向に沿って見た模式図であり、図２は、差動装置１０の主要部の斜視図である。

[0027] 差動装置１０は、第１のプーリ３０と、第２のプーリ４０と、第３のプーリ６０と、第４のプーリ７０と、第５のプーリ５０とを備える。プーリは、本発明における回転体の一例である。また、差動装置１０は、第１のプーリ３０を軸回転させる駆動部としてのモータ２０と、第１のプーリ３０、第２のプーリ４０、第３のプーリ６０、第４のプーリ７０、及び、第５のプーリ５０に渡って配設された無端伝動部材として無端ベルト２６とを備える。

[0028] モータ２０は、図示しない制御装置により駆動される。モータ２０としては、例えば、サーボモータやステッピングモータが用いられるが、この例に限定されない。モータ２０は回転トルクを出力する回転軸２２を有する。回転軸２２は、第１のプーリ３０の軸心部分に接続されている。

[0029] 第１のプーリ３０、第２のプーリ４０、第３のプーリ６０、第４のプーリ７０、及び、第５のプーリ５０は、それぞれ、モータ２０の回転軸２２の軸方向に沿う回転軸を有する。第１のプーリ３０、第２のプーリ４０、第３のプーリ６０、第４のプーリ７０、及び、第５のプーリ５０は、それぞれ周面に無端ベルト２６が配設される。無端ベルト２６は、第１のプーリ３０、第４のプーリ７０、第２のプーリ４０、第５のプーリ５０、第３のプーリ６０

にこの順に捲回されて再び第１のプーリ３０に捲回される。第１のプーリ３０、第２のプーリ４０、第３のプーリ６０、第４のプーリ７０、及び、第５のプーリ５０の周面は、モータ２０の回転軸２２に直交する平面上に位置し、無端ベルト２６は、当該平面上において捲回されて配設されている。

[0030] すなわち、第１のプーリ３０、第２のプーリ４０、第３のプーリ６０、第４のプーリ７０、及び、第５のプーリ５０の周面は、モータ２０の回転軸２２に直交する平面上に位置するため、無端伝動部材に捻じれが生じない。このため、無端伝動部材として無端ベルト２６を用いることができるようになっている。無端ベルト２６は、例えば、ワイヤ入りのゴム製のベルトや、高強度の織物性のベルト、金属ベルト等であってもよい。無端ベルト２６の代わりに無端チェーンが用いられてもよい。無端ベルト２６又は無端チェーンは、摩擦力によりプーリを駆動するケーブルに比べて強度が高く、駆動力の伝達効率が向上し、また、耐用年数を向上させることができる。なお、本実施形態にかかる差動装置１０は、無端伝動部材が無端ケーブルの場合にも適用され得る。

[0031] 第１のプーリ３０は、モータ２０の回転軸２２に接続されており、当該回転軸２２を中心に軸回転する。第１のプーリ３０には、第１のプーリ３０の軸回転に伴って同じく軸回転する駆動ギヤ３２が設けられる。また、第２のプーリ４０には、第２のプーリ４０の軸回転に伴って同じく軸回転する従動ギヤ４２が設けられる。第２のプーリ４０及び従動ギヤ４２は、図示しない固定部に対して回動自在に支持されている。従動ギヤ４２は、駆動ギヤ３２に噛合しており、第１のプーリ３０がモータ２０により軸回転させられると、駆動ギヤ３２及び従動ギヤ４２を介して第２のプーリ４０にも回転が伝達され、第２のプーリ４０が軸回転する。図示した例では、駆動ギヤ３２の歯数は、従動ギヤ４２の歯数よりも多い。したがって、第２のプーリ４０の回転速度は、第１のプーリ３０の回転速度よりも速くなる。

[0032] 第５のプーリ５０は、図示しない固定部に対して回動自在に支持されている。第５のプーリ５０は、従動回転体の１つであり、第１のプーリ３０及び

第２のプーリ４０の軸回転により、配設方向に沿って進退動する無端ベルト２６によって駆動力が伝達され、軸回転する。第５のプーリ５０は、第２のプーリ４０により送出される無端ベルト２６の軌跡を、第３のプーリ６０に向けて変更する。第３のプーリ６０及び第４のプーリ７０は、直径が同一であり、回動可能に無端ベルト２６によって支持される。第３のプーリ６０及び第４のプーリ７０は、それぞれ所定の方向に沿って進退動可能に支持されている。例えば、第３のプーリ６０及び第４のプーリ７０が、図中の上方側の図示しない固定部（図３の符号１２で示す部分）に一端が固定されたコイルばねによって上方側に付勢され、図中の下方側に負荷がかけられるようになっていてもよい。

[0033] （１－２．差動装置の動作）

次に、図１を参照して、本実施形態にかかる差動装置１０の動作について説明する。ここで、以下のように変数を定義する。

ρ：モータの回転角度（ラジアン）

Ｒ：第１のプーリ３０の半径

ｒ：第２のプーリ４０の半径

ｉ：駆動ギヤ３２と従動ギヤ４２との減速比

θ１：第１のプーリ３０の回転角度（ラジアン）

θ２：第２のプーリ４０の回転角度（ラジアン）

Ｌ１：第１のプーリ３０によって送出される無端ベルト２６の長さ（送出量）

Ｌ２：第２のプーリ３０によって送出される無端ベルト２６の長さ（送出量）

[0034] この場合、モータ２０を角度ρだけ回転駆動させると、第１のプーリ３０の回転角度θ１＝ρ、第２のプーリ４０の回転角度θ２＝ｉρとなる。一方、第１のプーリ３０によって送出される無端ベルト２６の長さＬ１＝Ｒρ、第２のプーリ４０によって送出される無端ベルト２６の長さＬ２＝ｉｒρとなる。そのため、Ｒ＜ｉｒであれば、第１のプーリ３０によって送出される

無端ベルト２６の長さｌ１よりも、第２のプーリ４０によって送出される無端ベルト２６の長さｌ２の方が長くなる。

[0035] 図１において、第１のプーリ３０を反時計回り（実線の方向）に回転させた場合、第１のプーリ３０から第４のプーリ７０を経由して第２のプーリ４０に至る無端ベルト２６の長さが短くなり、第４のプーリ７０は、図中の上方（実線の方向）に移動する。また、第１のプーリ３０を反時計回り（実線の方向）に回転させた場合、第２のプーリ４０から第５のプーリ５０及び第３のプーリ６０を経由して第１のプーリ３０に至る無端ベルト２６の長さが長くなる。第５のプーリ５０は位置が固定されたものであるため、この場合、第３のプーリ６０が、図中の下方（実線の方向）に移動する。

[0036] 一方、図１において、第１のプーリ３０を時計回り（破線の方向）に回転させた場合、第１のプーリ３０から第４のプーリ７０を経由して第２のプーリ４０に至る無端ベルト２６の長さが長くなり、第４のプーリ７０は、図中の下方（破線の方向）に移動する。また、第１のプーリ３０を時計回り（破線の方向）に回転させた場合、第２のプーリ４０から第５のプーリ５０及び第３のプーリ６０を経由して第１のプーリ３０に至る無端ベルト２６の長さが短くなる。第５のプーリ５０は位置が固定されたものであるため、この場合、第３のプーリ６０が、図中の上方（破線の方向）に移動する。

[0037] このとき、本実施形態にかかる差動装置１０の場合、各プーリの直径及び各プーリ間の水平距離が適切に設定されているため、各プーリ間に位置する無端ベルト２６の向きが変わることなく、第３のプーリ６０及び第４のプーリ７０が直進運動する。すなわち、第２のプーリ４０と第４のプーリ７０との間の無端ベルト２６、及び、第１のプーリ３０と第４のプーリ７０との間の無端ベルト２６が、第４のプーリ７０の直径と同等の幅を維持して平行に配設されており、これらの無端ベルト２６の向きが変わることなく第４のプーリ７０は直進運動する。同様に、第１のプーリ３０と第３のプーリ６０との間の無端ベルト２６、及び、第５のプーリ５０と第３のプーリ６０との間の無端ベルト２６が、第３のプーリ６０の直径と同等の幅を維持して平行に

配設されており、これらの無端ベルト２６の向きが変わることなく第３のプーリ６０は直進運動する。なお、第３のプーリ６０及び第４のプーリ７０は、図示しないガイド部によって、直進運動の向きが決められている。

[0038] これにより、モータ２０の回転角度に対する第３のプーリ６０及び第４のプーリ７０の直進移動距離が比例的に変化し、第３のプーリ６０及び第４のプーリ７０の直進運動の制御が容易になる。特に、第３のプーリ６０の直径と第４のプーリ７０の直径とが等しい場合には、モータ２０のある回転角度に対して、第３のプーリ６０及び第４のプーリ７０を互いに逆方向に、等距離で移動させることができる。

[0039] このように、差動装置１０は、モータ２０の回転運動を、第３のプーリ６０及び第４のプーリ７０の直進運動に変換することができる。第１のプーリ３０の直径と第２のプーリ４０の直径とが同じ場合、回転速度の差が小さいほど、第１のプーリ３０によって送出される無端ベルト２６の長さと、第２のプーリ４０によって送出される無端ベルト２６の長さとの差が小さくなる。したがって、第１のプーリ３０と第２のプーリ４０との回転速度の差が小さいほど、第３のプーリ６０及び第４のプーリ７０の直進移動距離は小さくなる。

[0040] 図１に示した差動装置１０の場合、第２のプーリ４０の半径と第５のプーリ５０の半径とが同じであれば、互いに逆方向に向かう第３のプーリ６０の直進移動距離と第４のプーリ７０の直進移動距離とは等しくなる。このとき、第３のプーリ６０及び第４のプーリ７０の直進移動距離は、以下の式（１）により表すことができる。

$$d = \rho (R - i \cdot r) \quad \cdots \quad (1)$$

したがって、制御装置は、モータ２０の回転角度ρを制御することによって、第３のプーリ６０及び第４のプーリ７０の直進移動距離ｄを比例的に制御することができる。

[0041] （１－３．人体装着ロボットへの適用例）

次に、図３を参照して、本実施形態にかかる差動装置１０を、人体装着ロ

ボット１００のアクチュエータとして用いる例について説明する。図３は、差動装置１０により動作が行われる人体装着ロボット１００の一例を示す説明図である。

[0042] 図３に示す例において、第３のプーリ６０及び第４のプーリ７０は、それぞれ一端が固定部１２に固定されたコイルばね１４，１６の他端に接続されている。コイルばね１４，１６の他端は、第３のプーリ６０及び第４のプーリ７０の回転軸に固定されており、第３のプーリ６０及び第４のプーリ７０の軸回転を妨げることがない。また、第３のプーリ６０及び第４のプーリ７０の回転軸には、人体装着ロボット１００の関節部１２０に固定されたケーブル１３２，１３４の端部が接続され、第３のプーリ６０及び第４のプーリ７０は、コイルばね１４，１６の付勢方向とは反対側に負荷が与えられる。

[0043] 図示した人体装着ロボット１００は、関節部１２０と、関節部１２０を中心に回動可能に連結された第１のアーム部１１２及び第２のアーム部１１４とを有する。第１のアーム部１１２の上部は、人体の腰に巻き付けられる装着ベルト１０２に固定されている。また、第２のアーム部１１４の下部は、人体の大腿部に巻き付けられる装着ベルト１０４に固定されている。例えば、ユーザが歩行する際に、関節部１２０が図示の時計回りに回動することにより、第２のアーム部１１４が関節部１２０を中心に時計回りに回動し、ユーザによる足を上げる動作が補助される。関節部１２０は、差動装置１０により回転駆動される回転操作部の一例である。

[0044] 具体的に、図示しない制御装置が、筋電位センサやユーザの足の動きを検出するセンサ等により、ユーザが足を上げようとしていることを検出すると、図３に示すように、制御装置は、モータ２０を反時計回りに回転駆動する。これにより、第４のプーリ７０は固定部１２側に近づく方向に移動し、ケーブル１３２を引っ張る。そうすると、関節部１２０が時計回りに回転し、ケーブル１３４が関節部１２０側に引っ張られる。このとき、第３のプーリ６０は固定部１２側から離れる方向に移動するため、ケーブル１３４が関節部１２０側に移動する。これにより、第２のアーム部１１４が関節部１２０

を中心に時計回りに回動し、ユーザによる足を上げる動作を補助する力が発生する。

[0045] 逆に、ユーザが足を下ろそうとしている場合には、制御装置は、モータ２０を時計回りに回転駆動する。これにより、今度は、第３のプーリ６０がケーブル１３４を引っ張り、これに追従してケーブル１３２も移動して、関節部１２０が反時計回りに回動する。これにより、ユーザによる足を下ろす動作を補助する力が発生する。

[0046] 本実施形態にかかる差動装置１０は、モータ２０の回転による第３のプーリ６０及び第４のプーリ７０の直進移動距離を等距離で制御できるため、関節部１２０をいずれの方向に回転させたとしても、ケーブル１３２，１３４のいずれか一方に弛みが生じることもない。また、差動装置１０は、モータ２０の回転角度に応じて、第３のプーリ６０及び第４のプーリ７０の直進移動距離を比例的に制御できるため、関節部１２０の回動操作を容易に制御することができる。

[0047] 差動装置１０と関節部１２０とを接続し、関節部１２０を回動させるケーブル１３２，１３４としては、例えばボーデンケーブルを使用することができる。この場合、ボーデンケーブルのうち、ケーブル１３２，１３４の外側の防護カバー１３１，１３３の一端側は、人体装着ロボット１００における、関節部１２０とは異なる位置で固定部１１３に固定される。図３に示す例では、防護カバー１３１，１３３の一端側が、第１のアーム部１１２に設けられた固定部１１３に固定されているが、装着ベルト１０２の固定部に固定されてもよい。また、防護カバー１３１，１３３の他端側は、差動装置１０の第３のプーリ６０及び第４のプーリ７０の直進運動の延長線上で、固定部９０に固定されている。ボーデンケーブルを使用することにより、防護カバー１３１，１３３の内側を通るケーブル１３２，１３４の動きが拘束され、衣服や身体等に直接接触することがないため、ケーブル１３２，１３４の配設に対する制限が少ない。

[0048] また、かかる人体装着ロボット１００の例において、差動装置１０は、関

節部１２０から離れた位置に配置することができる。例えば、差動装置１０は、ユーザが背中に背負うバックパック等の形式で備えられてもよいし、手押式あるいは自走式の荷車等の形式で備えられてもよい。

[0049] （１－４．まとめ）

以上説明したように、第１の実施の形態にかかる差動装置１０は、ほぼ同一の平面上に無端伝動部材を配設することができるために、無端伝動部材の捻じれが生じにくくなり、無端伝動部材として無端ベルト２６や無端チェーンを用いることが可能になる。したがって、プーリ等の構成部品を大型化することなく、無端伝動部材の耐用年数を向上させることができ、継続的な使用にも耐えることができる。

[0050] また、本実施形態にかかる差動装置１０は、モータ２０以外に、主として、５つのプーリと、２つのギヤと、無端ベルト２６とにより構成することができる。したがって、製造コストを低減することができる。また、ギヤの噛み合わせが１箇所のみであるため、バックラッシュが少なく、応答性を向上することができ、また、動作音や衝撃を低減することができる。

[0051] また、本実施形態にかかる差動装置１０は、第３のプーリ６０及び第４のプーリ７０を、ケーブルを介して人体装着ロボット１００の関節部１２０等の回転動作部に接続することができる。したがって、動作対象から離れた位置に差動装置１０を設置又は配置することができ、差動装置１０の配置位置の自由度が高められる。

[0052] また、本実施形態にかかる差動装置１０では、モータ２０の回転による第３のプーリ６０及び第４のプーリ７０の直進移動距離が等距離になっている。また、本実施形態にかかる差動装置１０は、モータ２０の回転角度に応じて、第３のプーリ６０及び第４のプーリ７０の直進移動距離を比例的に制御することができる。したがって、人体装着ロボット１００の関節部１２０等の回転動作部の制御を容易に行うことができる。

[0053] なお、駆動ギヤ３２及び従動ギヤ４２の歯数の大小は、逆になっていてもよい。この場合、モータ２０の回転方向と、第３のプーリ６０及び第４のプ

ーリ７０の直進運動の方向との関係が逆になる。また、モータ２０が、第１のプーリ３０ではなく、第２のプーリ４０を軸回転させてもよい。

[0054] また、第３のプーリ６０の直進移動距離と第４のプーリ７０の直進移動距離とを異ならせたい場合には、その比等に応じて、第３のプーリ６０の半径と第４のプーリ７０の半径とを異ならせてもよい。

[0055] ＜２．第２の実施の形態＞

次に、図４及び図５を参照して、第２の実施の形態にかかる差動装置１５０について説明する。図４は、差動装置１５０の主要部を各プーリの回転軸の延在方向に沿って見た模式図であり、図５は、差動装置１５０の主要部の斜視図である。

[0056] 差動装置１５０は、第１のプーリ１６２と、第２のプーリ１６４と、第３のプーリ１６６と、第４のプーリ１６８とを備える。また、差動装置１５０は、第１のプーリ１６２を軸回転させる駆動部としてのモータ２０と、第１のプーリ１６２、第２のプーリ１６４、第３のプーリ１６６、及び第４のプーリ１６８に渡って配設された無端伝動部材としての無端ベルト１７２とを備える。モータ２０及び無端ベルト１７２は、第１の実施の形態にかかるモータ２０及び無端ベルト２６と同様のものを用いることができる。

[0057] 第１のプーリ１６２、第２のプーリ１６４、第３のプーリ１６６、及び第４のプーリ１６８は、それぞれ、モータ２０の回転軸２４の軸方向に沿う回転軸を有する。第１のプーリ１６２、第２のプーリ１６４、第３のプーリ１６６、及び、第４のプーリ１６８は、それぞれ周面に無端ベルト１７２が配設される。無端ベルト１７２は、第１のプーリ１６２、第４のプーリ１６８、第２のプーリ１６４、及び第３のプーリ１６６にこの順に捲回されて再び第１のプーリ１６２に捲回される。第１のプーリ１６２、第４のプーリ１６８、第２のプーリ１６４、及び第３のプーリ１６６の周面は、モータ２０の回転軸２４に直交する平面上に位置し、無端ベルト１７２は、当該平面上において捲回されて配設されている。

[0058] 第１のプーリ１６２は、モータ２０の回転軸２４に接続されており、当該

回転軸２４を中心に軸回転する。第２のプーリ１６４は、図示しない固定部に対して回動自在に支持されている。本実施形態にかかる差動装置１５０では、第２のプーリ１６４の半径Ｒが第１のプーリ１６２の半径ｒよりも小さくされている。第３のプーリ１６６及び第４のプーリ１６８は、直径が同一であり、回動可能に無端ベルト１７２によって支持される。第３のプーリ１６６及び第４のプーリ１６８は、それぞれ所定の方向に沿って進退動可能に支持されている。例えば、第３のプーリ１６６及び第４のプーリ１６８が、図中の上方側の図示しない固定部に一端が固定されたコイルばねによって上方側に付勢され、図中の下方側に負荷がかけられるようになっていてもよい。

[0059] また、本実施形態にかかる差動装置１５０は、モータ２０の回転軸、すなわち、第１のプーリ１６２の回転軸に固定された第５のプーリ１５２と、第２のプーリ１６４の回転軸２５に固定された第６のプーリ１５４とを備える。第５のプーリ１５２は、回転軸２４を中心に軸回転可能であり、第６のプーリ１５４は、回転軸２５を中心に軸回転可能である。第５のプーリ１５２及び第６のプーリ１５４には、第２の無端伝動部材としての無端ベルト１７２が捲回されている。第５のプーリ１５２の周面と第６のプーリ１５４の周面とは同一の平面上に位置し、かかる平面上に無端ベルト１７２が配設されている。したがって、第２の無端伝動部材としても無端ベルト１７２又は無端チェーン等が使用可能になっている。ただし、第２の無端伝動部材が無端ケーブルであってもよい。

[0060] 本実施形態にかかる差動装置１５０では、第５のプーリ１５２及び第６のプーリ１５４は、同一の半径を有する。したがって、モータ２０の回転駆動時には、第５のプーリ１５２と第６のプーリ１５４とが同一の速度で回転する。そのため、第１のプーリ１６２と第２のプーリ１６４とは同一の速度で回転する。ただし、第２のプーリ１６４の半径ｒは、第１のプーリ１６２の半径Ｒよりも小さくされている。これにより、第１のプーリ１６２と第２のプーリ１６４とが同一の速度で回転する場合、第１のプーリ１６２によって

送出される無端ベルト１７２の長さは、第２のプーリ１６４によって送出される無端ベルト１７２の長さよりも長くなる。

[0061] 図４において、第１のプーリ１６２を時計回り（実線の方向）に回転させた場合、第１のプーリ１６２から第３のプーリ１６６を経由して第２のプーリ１６４に至る無端ベルト１７２の長さが長くなり、第３のプーリ１６６は、図中の下方（実線の方向）に移動する。また、第１のプーリ１６２を時計回り（実線の方向）に回転させた場合、第２のプーリ１６４から第４のプーリ１６８を経由して第１のプーリ１６２に至る無端ベルト１７２の長さが短くなり、第４のプーリ１６８が、図中の上方（実線の方向）に移動する。

[0062] 一方、図４において、第１のプーリ１６２を反時計回り（破線の方向）に回転させた場合、第１のプーリ１６２から第３のプーリ１６６を経由して第２のプーリ１６４に至る無端ベルト１７２の長さが短くなり、第３のプーリ１６６は、図中の上方（破線の方向）に移動する。また、第１のプーリ１６２を反時計回り（破線の方向）に回転させた場合、第２のプーリ１６４から第４のプーリ１６８を経由して第１のプーリ１６２に至る無端ベルト１７２の長さが長くなり、第４のプーリ１６８が、図中の下方（破線の方向）に移動する。

[0063] このとき、図４に示した例では、第４のプーリ１６８が直進運動する際に、無端ベルト１７２の位置が変化する。すなわち、第１のプーリ１６２と第４のプーリ１６８との間の無端ベルト１７２、及び、第２のプーリ１６４と第４のプーリ１６８との間の無端ベルト１７２が、平行に配設されていないために、第４のプーリ１６８の直進運動に伴って、無端ベルト１７２の向きが変わり得る。したがって、モータ２０の回転角度に対する第４のプーリ１６８の直進移動距離は比例的に変化しない。一方、第１のプーリ１６２と第３のプーリ１６６との間の無端ベルト１７２、及び、第２のプーリ１６４と第３のプーリ１６６との間の無端ベルト１７２は、第３のプーリ１６６の直径と同等の幅を維持して平行に配設されており、これらの無端ベルト１７２の向きが変わることなく第３のプーリ１６６は直進運動する。したがって、

モータ２０の回転角度に対する第３のプーリ１６６の直進移動距離は比例的に変化する。なお、第３のプーリ１６６及び第４のプーリ１６８は、図示しないガイド部によって、直進運動の向きが決められている。

[0064] このように、差動装置１５０は、モータ２０の回転運動を、第３のプーリ１６６及び第４のプーリ１６８の直進運動に変換することができる。このとき、第３のプーリ１６６及び第４のプーリ１６８の直進移動距離は、上記式（１）により表すことができる。本実施形態にかかる差動装置１０において、第４のプーリ１６８の直径を、第１のプーリ１６２の直径、第２のプーリ１６４の直径、及び、第３のプーリ１６６の直径の和に合わせることにより、第３のプーリ１６６及び第４のプーリ１６８の直進移動距離を、いずれもモータ２０の回転角度に応じて比例的に制御することができる。

[0065] 本実施形態にかかる差動装置１５０も、第１の実施の形態にかかる差動装置１０と同様に人体装着ロボット１００のアクチュエータとして適用することができる。

[0066] 以上説明したように、第２の実施の形態にかかる差動装置１５０は、ほぼ同一の平面上に無端伝動部材を配設することができるために、無端伝動部材の捻じれが生じにくくなり、無端伝動部材として無端ベルト１７２や無端チェーンを用いることが可能になる。また、モータ２０の回転を第２のプーリ１６４にも伝達するための第５のプーリ１５２及び第６のプーリ１５４に捲回される無端伝動部材も、ほぼ同一の平面上に配設することができるために、無端伝動部材の捻じれが生じにくくなって、無端伝動部材として無端ベルト１７２や無端チェーンを用いることが可能になる。したがって、プーリ等の構成部品を大型化することなく、無端伝動部材の耐用年数を向上させることができ、継続的な使用にも耐えることができる。

[0067] また、本実施形態にかかる差動装置１５０は、モータ２０以外に、主として、６つのプーリと、無端ベルト１７２，１７４とにより構成することができる。したがって、高い加工精度が要求されるギヤを必要とせず、製造コストを低減することができる。また、差動装置１５０は、ギヤの噛み合わせが

ないため、バックラッシュがなく、応答性を向上することができ、また、動作音や衝撃を低減することができる。

[0068] また、本実施形態にかかる差動装置１５０は、第３のプーリ１６６及び第４のプーリ１６８を、ケーブルを介して人体装着ロボット１００の関節部１２０等の動作対象に接続することができる。したがって、動作対象から離れた位置に差動装置１５０を設置又は配置することができ、差動装置１５０の配置位置の自由度が高められる。

[0069] また、本実施形態にかかる差動装置１５０では、第４のプーリ１６８の直径を、第１のプーリ１６２の直径、第２のプーリ１６４の直径、及び、第３のプーリ１６６の直径の和に合わせた場合、モータ２０の回転による第３のプーリ１６６及び第４のプーリ１６８の直進移動距離が等距離になる。また、第４のプーリ１６８の直径を、第１のプーリ１６２の直径、第２のプーリ１６４の直径、及び、第３のプーリ１６６の直径の和に合わせ、各プーリ間の水平距離を適切に設定した場合、第４のプーリ１６８の直進運動に伴って、無端ベルト１７２の向きが変わることがない。そのため、モータ２０の回転角度に応じて、第３のプーリ１６６及び第４のプーリ１６８の直進移動距離を比例的に制御することができる。したがって、人体装着ロボット１００の関節部１２０等の回転動作部の制御を容易に行うことができる。

[0070] なお、本実施形態にかかる差動装置１５０においても、第３のプーリ１６６の直進移動距離と第４のプーリ１６８の直進移動距離とを異ならせたい場合には、その比等に応じて、第３のプーリ１６６の半径と第４のプーリ１６８の半径とを異ならせてもよい。

[0071] ＜３．第３の実施の形態＞

次に、図６を参照して、第３の実施の形態にかかる差動装置２００について説明する。図６は、差動装置２００の主要部を各プーリの回転軸の延在方向に沿って見た模式図である。

[0072] 差動装置２００は、第１のプーリ２２０と、第２のプーリ２３０と、第３のプーリ２４０と、第４のプーリ２４５とを備える。また、差動装置２００

は、第１のプーリ２２０を軸回転させる駆動部としての図示しないモータと、第１のプーリ２２０、第２のプーリ２３０、第３のプーリ２４０、及び、第４のプーリ２４５に渡って配設された無端伝動部材としての無端ベルト２１２とを備える。モータ及び無端ベルト２１２は、第１の実施の形態にかかるモータ２０及び無端ベルト２６と同様のものを用いることができる。

[0073] 第１のプーリ２２０、第２のプーリ２３０、第３のプーリ２４０、及び、第４のプーリ２４５は、それぞれモータの回転軸の軸方向に沿う回転軸を有する。第１のプーリ２２０、第２のプーリ２３０、第３のプーリ２４０、及び、第４のプーリ２４５は、それぞれ周面に無端ベルト２１２が配設される。無端ベルト２１２は、第１のプーリ２２０、第３のプーリ２４０、第２のプーリ２３０、及び、第４のプーリ２４５にこの順に捲回され再び第１のプーリ２２０に捲回される。第１のプーリ２２０、第２のプーリ２３０、第３のプーリ２４０、及び、第４のプーリ２４５の周面は、モータの回転軸に直交する平面上に位置し、無端ベルト２１２は、当該平面上において捲回されて配設されている。

[0074] 第１のプーリ２２０は、モータの回転軸に接続されており、当該回転軸を中心に軸回転する。第１のプーリ２２０には、第１のプーリ２２０の軸回転に伴って同じく軸回転する駆動ギヤ２２２が設けられる。また、第２のプーリ２３０には、第２のプーリ２３０の軸回転に伴って同じく軸回転する従動ギヤ２３２が設けられる。第２のプーリ２３０及び従動ギヤ２３２は、図示しない固定部に対して回動自在に支持されている。従動ギヤ２３２は、駆動ギヤ２２２に噛合しており、第１のプーリ２２０がモータにより軸回転させられると、駆動ギヤ２２２及び従動ギヤ２３２を介して第２のプーリ２３０にも回転が伝達され、第２のプーリ２３０が軸回転する。図示した例では、駆動ギヤ２２２の歯数は、従動ギヤ２３２の歯数よりも多い。したがって、第２のプーリ２３０の回転速度は、第１のプーリ２２０の回転速度よりも速くなる。

[0075] なお、駆動ギヤ２２２及び従動ギヤ２３２の代わりに、タイミングベルト

が用いられてもよい。

[0076] 第３のプーリ２４０及び第４のプーリ２４５は、直径が同一であり、回動可能に無端ベルト２１２によって支持される。第３のプーリ２４０及び第４のプーリ２４５は、それぞれ所定の方向に沿って進退動可能に支持されている。例えば、第３のプーリ２４０及び第４のプーリ２４５が、図中の上方側の図示しない固定部に一端が固定されたコイルばねによって上方側に付勢され、図中の下方側に負荷がかけられるようになっていてもよい。

[0077] 本実施形態にかかる差動装置２００では、第１のプーリ２２０の半径Ｒは、第２のプーリ２３０の半径ｒ、第３のプーリ２４０の半径、第４のプーリ２４５の半径の総和に等しくされている。また、第２のプーリ２３０、第３のプーリ２４０、及び、第４のプーリ２４５は、図示の上下方向に重ならないように配置されている。したがって、各プーリ間に配設される無端ベルト２１２は、すべて図示の上下方向に沿って配設される。これにより、無端ベルト２１２と各プーリとの間の摩擦力が過大にならないようになっている。また、第３のプーリ２４０及び第４のプーリ２４５が直進運動する際に、無端ベルト２１２の位置が変化しないようになっている。

[0078] 本実施形態にかかる差動装置２００では、第１のプーリ２２０の半径Ｒが第２のプーリ２３０の半径ｒよりも著しく大きいために、モータの回転駆動時に、第１のプーリ２２０によって送出される無端ベルト２１２の長さは、第２のプーリ２３０によって送出される無端ベルト２１２の長さよりも長くなる。ただし、第２のプーリ２３０が、第１のプーリ２２０よりも速く回転するように構成され、無端ベルト２１２の送出長さが大きく異ならないようにされている。

[0079] 図６において、第１のプーリ２２０を時計回り（実線の方向）に回転させた場合、第１のプーリ２２０から第３のプーリ２４０を経由して第２のプーリ２３０に至る無端ベルト２１２の長さが長くなり、第３のプーリ２４０は、図中の下方（実線の方向）に移動する。また、第１のプーリ２２０を時計回り（実線の方向）に回転させた場合、第２のプーリ２３０から第４のプー

リ２４５を経由して第１のプーリ２２０に至る無端ベルト２１２の長さが短くなり、第４のプーリ２４５が、図中の上方（実線の方向）に移動する。

[0080] 一方、図６において、第１のプーリ２２０を反時計回り（破線の方向）に回転させた場合、第１のプーリ２２０から第３のプーリ２４０を経由して第２のプーリ２３０に至る無端ベルト２１２の長さが短くなり、第３のプーリ２４０は、図中の上方（破線の方向）に移動する。また、第１のプーリ２２０を反時計回り（破線の方向）に回転させた場合、第２のプーリ２３０から第４のプーリ２４５を経由して第１のプーリ２２０に至る無端ベルト２１２の長さが長くなり、第４のプーリ２４５が、図中の下方（破線の方向）に移動する。

[0081] 図６に示す例では、第３のプーリ２４０及び第４のプーリ２４５が直進運動する際に、無端ベルト２１２の位置が変化しないために、モータの回転角度に対する第３のプーリ２４０及び第４のプーリ２４５の直進移動距離が比例的に変化し、第３のプーリ２４０及び第４のプーリ２４５の直進運動の制御が容易になる。特に、第３のプーリ２４０の直径と第４のプーリ２４５の直径とが等しい場合には、モータのある回転角度に対して、第３のプーリ２４０及び第４のプーリ２４５を互いに逆方向に、等距離で移動させることができる。なお、第３のプーリ２４０及び第４のプーリ２４５は、図示しないガイド部によって、直進運動の向きが決められている。

[0082] このように、差動装置２００は、モータの回転運動を、第３のプーリ２４０及び第４のプーリ２４５の直進運動に変換することができる。このとき、第３のプーリ２４０及び第４のプーリ２４５の直進移動距離は、上記式（１）により表すことができる。したがって、制御装置は、モータの回転角度に応じて、第３のプーリ２４０及び第４のプーリ２４５の直進移動距離ｄを比例的に制御することができる。

[0083] 本実施形態にかかる差動装置２００も、第１の実施の形態にかかる差動装置１０と同様に人体装着ロボット１００のアクチュエータとして適用することができる。

[0084] 以上説明したように、第３の実施の形態にかかる差動装置２００は、ほぼ同一の平面上に無端伝動部材を配設することができるために、無端伝動部材の捻じれが生じにくくなり、無端伝動部材として無端ベルト２１２や無端チェーンを用いることが可能になる。したがって、プーリ等の構成部品を大型化することなく、無端伝動部材の耐用年数を向上させることができ、継続的な使用にも耐えることができる。

[0085] また、本実施形態にかかる差動装置２００は、モータ以外に、主として、４つのプーリと、２つのギヤと、無端ベルト２１２とにより構成することができる。したがって、製造コストを低減することができる。また、差動装置２００は、ギヤの噛み合わせが１箇所のみであるため、バックラッシュが少なく、応答性を向上することができ、また、動作音や衝撃を低減することができる。

[0086] また、本実施形態にかかる差動装置２００は、第３のプーリ２４０及び第４のプーリ２４５を、ケーブルを介して人体装着ロボット１００の関節部１２０等の動作対象に接続することができる。したがって、動作対象から離れた位置に差動装置２００を設置又は配置することができ、差動装置２００の配置位置の自由度が高められる。

[0087] また、本実施形態にかかる差動装置２００では、モータの回転による第３のプーリ２４０及び第４のプーリ２４５の直進移動距離が等距離になっている。また、本実施形態にかかる差動装置２００は、モータの回転角度に応じて、第３のプーリ２４０及び第４のプーリ２４５の直進移動距離を比例的に制御することができる。したがって、人体装着ロボット１００の関節部１２０等の回転動作部の制御を容易に行うことができる。

[0088] なお、本実施形態にかかる差動装置２００においても、第３のプーリ２４０の直進移動距離と第４のプーリ２４５の直進移動距離とを異ならせたい場合には、その比等に応じて、第３のプーリ２４０の半径と第４のプーリ２４５の半径とを異ならせてもよい。

[0089] ＜４．第４の実施の形態＞

次に、図７を参照して、第４の実施の形態にかかる差動装置２５０について説明する。図７は、差動装置２５０の主要部を各プーリの回転軸の延在方向に沿って見た模式図である。

[0090] 差動装置２５０は、第１のプーリ２６０と、第２のプーリ２７０と、第３のプーリ２８０と、第４のプーリ２９０とを備える。また、本実施形態にかかる差動装置２５０は、第１のプーリ２６０を軸回転させる駆動部としての第１のモータ２５４と、第２のプーリ２７０を軸回転させる駆動部としての第２のモータ２５６と、第１のプーリ２６０、第２のプーリ２７０、第３のプーリ２８０、及び第４のプーリ２９０に渡って配設された無端伝動部材としての無端ベルト２５２とを備える。第１のモータ２５４、第２のモータ２５６及び無端ベルト２５２は、第１の実施の形態にかかるモータ２０及び無端ベルト２６と同様のものを用いることができる。

[0091] 第１のプーリ２６０、第２のプーリ２７０、第３のプーリ２８０、及び第４のプーリ２９０は、それぞれ、第１のモータ２５４及び第２のモータ２５６の回転軸の軸方向に沿う回転軸を有する。第１のプーリ２６０、第２のプーリ２７０、第３のプーリ２８０、及び、第４のプーリ２９０は、それぞれ周面に無端ベルト２５２が配設される。無端ベルト２５２は、第１のプーリ２６０、第４のプーリ２９０、第２のプーリ２７０、及び第３のプーリ２８０にこの順に捲回されて再び第１のプーリ２６０に捲回される。第１のプーリ２６０、第４のプーリ２９０、第２のプーリ２７０、及び第３のプーリ２８０の周面は、第１のモータ２５４及び第２のモータ２５６の回転軸に直交する平面上に位置し、無端ベルト２５２は、当該平面上において捲回されて配設されている。

[0092] 第１のプーリ２６０は、第１のモータ２５４の回転軸に接続されており、当該回転軸を中心に軸回転する。第２のプーリ２７０は、第２のモータ２５６の回転軸に接続されており、当該回転軸を中心に軸回転する。本実施形態にかかる差動装置２５０では、第１のプーリ２６０の半径Ｒと第２のプーリ２７０の半径ｒとが同一とされている。第３のプーリ２８０及び第４のプー

リ２９０は、直径が同一であり、回動可能に無端ベルト２５２によって支持される。第３のプーリ２８０及び第４のプーリ２９０は、それぞれ所定の方向に沿って進退動可能に支持されている。例えば、第３のプーリ２８０及び第４のプーリ２９０が、それぞれ図示しない固定部に一端が固定されたコイルばねによって図中の第１のプーリ２６０の回転軸の方向に付勢され、かつ、反対方向に負荷がかけられるようになっていてもよい。

[0093] 本実施形態にかかる差動装置２５０では、第１のモータ２５４が、第２のモータ２５６よりも速い回転速度で駆動される。これにより、第１のプーリ２６０によって送出される無端ベルト２５２の長さは、第２のプーリ２７０によって送出される無端ベルト２５２の長さよりも長くなる。

[0094] 図７において、第１のプーリ２６０を時計回り（実線の方向）に回転させた場合、第１のプーリ２６０から第３のプーリ２８０を経由して第２のプーリ２７０に至る無端ベルト２５２の長さが長くなり、第３のプーリ２８０は、図中の下方（実線の方向）に移動する。また、第１のプーリ２６０を時計回り（実線の方向）に回転させた場合、第２のプーリ２７０から第４のプーリ２９０を経由して第１のプーリ２６０に至る無端ベルト２５２の長さが短くなり、第４のプーリ２９０が、図中の上方（実線の方向）に移動する。

[0095] 一方、図７において、第１のプーリ２６０を反時計回り（破線の方向）に回転させた場合、第１のプーリ２６０から第３のプーリ２８０を経由して第２のプーリ２７０に至る無端ベルト２５２の長さが短くなり、第３のプーリ２８０は、図中の上方（破線の方向）に移動する。また、第１のプーリ２６０を反時計回り（破線の方向）に回転させた場合、第２のプーリ２７０から第４のプーリ２９０を経由して第１のプーリ２６０に至る無端ベルト２５２の長さが長くなり、第４のプーリ２９０が、図中の下方（破線の方向）に移動する。

[0096] 図７に示す例では、第３のプーリ２８０及び第４のプーリ２９０が直進運動する際に、無端ベルト２５２の位置が変化しないために、第１のモータ２５４及び第２のモータ２５６の回転角度に対する第３のプーリ２８０及び第

４のプーリ２９０の直進移動距離が比例的に変化し、第３のプーリ２８０及び第４のプーリ２９０の直進運動の制御が容易になる。特に、第３のプーリ２８０の直径と第４のプーリ２９０の直径とが等しい場合には、第１のモータ２５４及び第２のモータ２５６のある回転角度に対して、第３のプーリ２８０及び第４のプーリ２９０を互いに逆方向に、等距離で移動させることができる。なお、第３のプーリ２８０及び第４のプーリ２９０は、図示しないガイド部によって、直進運動の向きが決められている。

[0097] このように、差動装置２５０は、第１のモータ２５４及び第２のモータ２５６の回転運動を、第３のプーリ２８０及び第４のプーリ２９０の直進運動に変換することができる。このとき、第３のプーリ２８０及び第４のプーリ２９０の直進移動距離は、上記式（１）により表すことができる。したがって、制御装置は、第１のモータ２５４及び第２のモータ２５６の回転角度に応じて、第３のプーリ２８０及び第４のプーリ２９０の直進移動距離ｄを比例的に制御することができる。

[0098] 本実施形態にかかる差動装置２５０も、第１の実施の形態にかかる差動装置１０と同様に人体装着ロボット１００のアクチュエータとして適用することができる。

[0099] 以上説明したように、第４の実施の形態にかかる差動装置２５０は、ほぼ同一の平面上に無端伝動部材を配設することができるために、無端伝動部材の捻じれが生じにくくなり、無端伝動部材として無端ベルト２５２や無端チェーンを用いることが可能になる。したがって、プーリ等の構成部品を大型化することなく、無端伝動部材の耐用年数を向上させることができ、継続的な使用にも耐えることができる。特に、本実施形態にかかる差動装置２５０は、直径がすべて同一のプーリを用いて構成することができる。

[0100] また、本実施形態にかかる差動装置２５０は、第１のモータ２５４及び第２のモータ２５６以外に、主として、４つのプーリと、無端ベルト２５２とにより構成することができる。したがって、製造コストを低減することができる。また、差動装置２５０は、ギヤの噛み合わせがないため、バックラッ

シュがなく、応答性を向上することができ、また、動作音や衝撃を低減することができる。

[0101] また、本実施形態にかかる差動装置２５０は、第３のプーリ２８０及び第４のプーリ２９０を、ケーブルを介して人体装着ロボット１００の関節部１２０等の動作対象に接続することができる。したがって、動作対象から離れた位置に差動装置２５０を設置又は配置することができ、差動装置２５０の配置位置の自由度が高められる。

[0102] また、本実施形態にかかる差動装置２５０では、第１のモータ２５４及び第２のモータ２５６の回転による第３のプーリ２８０及び第４のプーリ２９０の直進移動距離が等距離になっている。また、本実施形態にかかる差動装置２５０は、モータの回転角度に応じて、第３のプーリ２８０及び第４のプーリ２９０の直進移動距離を比例的に制御することができる。したがって、人体装着ロボット１００の関節部１２０等の回転動作部の制御を容易に行うことができる。

[0103] なお、本実施形態にかかる差動装置２５０においても、第３のプーリ２８０の直進移動距離と第４のプーリ２９０の直進移動距離とを異ならせたい場合には、その比等に応じて、第３のプーリ２８０の半径と第４のプーリ２９０の半径とを異ならせてもよい。

[0104] ＜５．第５の実施の形態＞

次に、図８を参照して、第５の実施の形態にかかる差動装置３００について説明する。図８は、差動装置３００の主要部の斜視図である。

[0105] 差動装置３００は、第１のプーリ３１２と、第２のプーリ３１４と、第３のプーリ３１６と、第４のプーリ３１８とを備える。また、差動装置３００は、第１のプーリ３１２を軸回転させる駆動部としてのモータ２０と、第１のプーリ３１２、第２のプーリ３１４、第３のプーリ３１６、及び第４のプーリ３１８に渡って配設された無端伝動部材としての無端ベルト３２２とを備える。モータ２０及び無端ベルト３２２は、第１の実施の形態にかかるモータ２０及び無端ベルト２６と同様のものを用いることができる。

[0106] 第１のプーリ３１２、第２のプーリ３１４、第３のプーリ３１６、及び第４のプーリ３１８は、それぞれ、モータ２０の回転軸２４の軸方向に沿う回転軸を有する。第１のプーリ３１２、第２のプーリ３１４、第３のプーリ３１６、及び、第４のプーリ３１８は、それぞれ周面に無端ベルト３２２が配設される。無端ベルト３２２は、第１のプーリ３１２、第４のプーリ３１８、第２のプーリ３１４、及び第３のプーリ３１６にこの順に捲回されて再び第１のプーリ３１２に捲回される。

[0107] 本実施形態にかかる差動装置３００では、第１のプーリ３１２が駆動側プーリであり、第２のプーリ３１４が従動側プーリであり、差動装置３００は、第１のプーリ３１２及び第２のプーリ３１４のうちの少なくとも一方のピッチ径を変更する図示しない無段変速装置を備える。したがって、第１のプーリ３１２及び第２のプーリ３１４上に捲回される無端ベルト３２２の曲率半径を自由に調節することができる。図８に示した例では、第２のプーリ３１４上に捲回される無端ベルト３２２の曲率半径が第１のプーリ３１２上に捲回される無端ベルト３２２の曲率半径よりも小さくされている。

[0108] 第３のプーリ３１６及び第４のプーリ３１８は、回動可能に無端ベルト３２２によって支持される。第３のプーリ３１６及び第４のプーリ３１８は、それぞれ所定の方向に沿って進退動可能に支持されている。例えば、第３のプーリ３１６及び第４のプーリ３１８が、図中の上方側の図示しない固定部に一端が固定されたコイルばねによって上方側に付勢され、図中の下方側に負荷がかけられるようになっていてもよい。

[0109] 本実施形態にかかる差動装置３００においても、第１のプーリ３１２及び第２のプーリ３１４上の無端ベルト３２２の配設位置と、第３のプーリ３１６及び第４のプーリ３１８の周面は、モータ２０の回転軸２４に直交する平面上に位置し、無端ベルト３２２は、当該平面上において捲回されて配設されている。

[0110] また、本実施形態にかかる差動装置３００は、モータ２０の回転軸２４、すなわち、第１のプーリ３１２の回転軸に固定された第５のプーリ３３２と

、第２のプーリ３１４の回転軸２５に固定された第６のプーリ３３４とを備える。第５のプーリ３３２は、回転軸２４を中心に軸回転可能であり、第６のプーリ３３４は、回転軸２５を中心に軸回転可能である。第５のプーリ３３２及び第６のプーリ３３４には、第２の無端伝動部材としての無端ベルト３２４が捲回されている。第５のプーリ３３２の周面と第６のプーリ３３４の周面とは同一の平面上に位置し、かかる平面上に無端ベルト３２４が配設されている。

[0111] 本実施形態にかかる差動装置３００では、第５のプーリ３３２及び第６のプーリ３３４は、同一の半径を有する。したがって、モータ２０の回転駆動時には、第５のプーリ３３２と第６のプーリ３３４とが同一の速度で回転する。そのため、第１のプーリ３１２と第２のプーリ３１４とは同一の速度で回転する。ただし、無段変速装置により、第１のプーリ３１２のピッチ径と、第２のプーリ３１４のピッチ径とが異なっている。これにより、第１のプーリ３１２と第２のプーリ３１４とが同一の速度で回転する場合、第１のプーリ３１２によって送出される無端ベルト３２２の長さは、第２のプーリ３１４によって送出される無端ベルト３２２の長さよりも長くなる。したがって、モータ２０をいずれかの方向に回転駆動することにより、第３のプーリ３１６及び第４のプーリ３１８を、互いに上下逆方向に直進運動させることができる。なお、第３のプーリ３１６及び第４のプーリ３１８は、図示しないガイド部に沿って、直進運動の向きが決められている。

[0112] このように、差動装置３００は、モータ２０の回転運動を、第３のプーリ３１６及び第４のプーリ３１８の直進運動に変換することができる。このとき、第３のプーリ３１６及び第４のプーリ３１８の直進移動距離は、上記式（１）により表すことができる。したがって、制御装置は、第３のプーリ３１６及び第４のプーリ３１８の直進移動距離ｄに応じて、第１のプーリ３１２及び第２のプーリ３１４のピッチ径及び回転角度を設定し、モータ２０を回転させる制御を実行することができる。

[0113] 本実施形態にかかる差動装置３００も、第１の実施の形態にかかる差動装

置１０と同様に人体装着ロボット１００のアクチュエータとして適用することができる。

[0114] 以上説明したように、第５の実施の形態にかかる差動装置３００は、ほぼ同一の平面上に無端伝動部材を配設することができるために、無端伝動部材の捻じれが生じにくくなり、無端伝動部材として無端ベルト３２２や無端チェーンを用いることが可能になる。また、モータ２０の回転を第２のプーリ３１４にも伝達するための第５のプーリ３３２及び第６のプーリ３３４に捲回される無端伝動部材も、ほぼ同一の平面上に配設することができるために、無端伝動部材の捻じれが生じにくくなって、無端伝動部材として無端ベルト３２４や無端チェーンを用いることが可能になる。したがって、プーリ等の構成部品を大型化することなく、無端伝動部材の耐用年数を向上させることができ、継続的な使用にも耐えることができる。

[0115] また、本実施形態にかかる差動装置３００は、ギヤの噛み合わせがないため、バックラッシュがなく、応答性を向上することができ、また、動作音や衝撃を低減することができる。また、本実施形態にかかる差動装置３００は、第３のプーリ３１６及び第４のプーリ３１８を、ケーブルを介して人体装着ロボット１００の関節部１２０等の動作対象に接続することができる。したがって、動作対象から離れた位置に差動装置３００を設置又は配置することができ、差動装置３００の配置位置の自由度が高められる。

[0116] なお、本実施形態にかかる差動装置３００においても、第３のプーリ３１６の直進移動距離と第４のプーリ３１８の直進移動距離とを異ならせたい場合には、その比等に応じて、第３のプーリ３１６の半径と第４のプーリ３１８の半径とを異ならせてもよい。

[0117] ＜６．第６の実施の形態＞

次に、図９を参照して、第９の実施の形態にかかる差動装置３５０について説明する。図９は、差動装置３５０の主要部を各プーリの回転軸の延在方向に沿って見た模式図である。

[0118] 差動装置３５０は、第１のプーリ３６０と、第２のプーリ３７０と、第３

のプーリ３８０と、第４のプーリ３９０とを備える。また、差動装置３５０は、第１のプーリ３６０を軸回転させる駆動部としてのモータ２０と、第１のプーリ３６０、第２のプーリ３７０、第３のプーリ３８０、及び第４のプーリ３９０に渡って配設された無端伝動部材としての無端ベルト３５２とを備える。モータ２０及び無端ベルト３５２は、第１の実施の形態にかかるモータ２０及び無端ベルト２６と同様のものを用いることができる。

[0119] 第１のプーリ３６０、第２のプーリ３７０、第３のプーリ３８０、及び第４のプーリ３９０は、それぞれ、モータ２０の回転軸の軸方向に沿う回転軸を有する。第１のプーリ３６０、第２のプーリ３７０、第３のプーリ３８０、及び、第４のプーリ３９０は、それぞれ周面に無端ベルト３５２が配設される。無端ベルト３５２は、第１のプーリ３６０、第４のプーリ３９０、第２のプーリ３７０、及び第３のプーリ３８０にこの順に捲回されて再び第１のプーリ３６０に捲回される。第１のプーリ３６０、第４のプーリ３９０、第２のプーリ３７０、及び第３のプーリ３８０の周面は、モータ２０の回転軸に直交する平面上に位置し、無端ベルト３５２は、当該平面上において捲回されて配設されている。

[0120] 第１のプーリ３６０は、モータ２０の回転軸に接続されており、当該回転軸を中心に軸回転する。第１のプーリ３６０には、第１のプーリ３６０の軸回転に伴って同じく軸回転する駆動ギヤ３６２が設けられる。第２のプーリ３７０の直径は、第１のプーリ３６０の直径よりも大きい。第２のプーリ３７０には、第２のプーリ３７０の軸回転に伴って同じく軸回転する従動ギヤ３７２が設けられる。第２のプーリ３７０及び従動ギヤ３７２は、図示しない固定部に対して回動自在に支持されている。従動ギヤ３７２は、駆動ギヤ３６２に噛合しており、第１のプーリ３６０がモータ２０により軸回転させられると、駆動ギヤ３６２及び従動ギヤ３７２を介して第２のプーリ３７０にも回転が伝達され、第２のプーリ３７０が軸回転する。図示した例では、駆動ギヤ３６２の歯数は、従動ギヤ３７２の歯数に等しい。したがって、第２のプーリ３７０の回転速度は、第１のプーリ３６０の回転速度に等しい。

[0121] なお、駆動ギヤ３６２及び従動ギヤ３７２の代わりに、タイミングベルトが用いられてもよい。

[0122] 第３のプーリ３８０及び第４のプーリ３９０は、直径が同一であり、回動可能に無端ベルト３５２によって支持される。第３のプーリ３８０及び第４のプーリ３９０は、それぞれ所定の方向に沿って進退動可能に支持されている。例えば、第３のプーリ３８０及び第４のプーリ３９０が、図中の上方側の図示しない固定部に一端が固定されたコイルばねによって上方側に付勢され、図中の下方側に負荷がかけられるようになっていてもよい。

[0123] 本実施形態にかかる差動装置３５０では、第１のプーリ３６０の半径Ｒが第２のプーリ３７０の半径ｒよりも小さいために、モータ２０の回転駆動時に、第１のプーリ３６０によって送出される無端ベルト３５２の長さは、第２のプーリ３７０によって送出される無端ベルト３５２の長さよりも短くなる。

[0124] 図９において、第１のプーリ３６０を反時計回り（実線の方向）に回転させた場合、第１のプーリ３６０から第３のプーリ３８０を経由して第２のプーリ３７０に至る無端ベルト３５２の長さが長くなり、第３のプーリ３８０は、図中の下方（実線の方向）に移動する。また、第１のプーリ３６０を反時計回り（実線の方向）に回転させた場合、第１のプーリ３６０から第４のプーリ３９０を経由して第２のプーリ３７０に至る無端ベルト３５２の長さが短くなり、第４のプーリ３９０が、図中の上方（実線の方向）に移動する。

[0125] 一方、図９において、第１のプーリ３６０を時計回り（破線の方向）に回転させた場合、第１のプーリ３６０から第３のプーリ３８０を経由して第２のプーリ３７０に至る無端ベルト３５２の長さが短くなり、第３のプーリ３８０は、図中の上方（破線の方向）に移動する。また、第１のプーリ３６０を時計回り（破線の方向）に回転させた場合、第１のプーリ３６０から第４のプーリ３９０を経由して第２のプーリ３７０に至る無端ベルト３５２の長さが長くなり、第４のプーリ３９０が、図中の下方（破線の方向）に移動す

る。

[0126] このとき、図９に示した例では、第３のプーリ３８０及び第４のプーリ３９０が直進運動する際に、無端ベルト３５２の位置が変化する。すなわち、第２のプーリ３７０と第４のプーリ３９０との間の無端ベルト３５２、及び、第１のプーリ３６０と第４のプーリ３９０との間の無端ベルト３５２が、平行に配設されていないために、第４のプーリ３９０の直進運動に伴って、無端ベルト３５２の位置が変わり得る。また、第１のプーリ３６０と第３のプーリ３８０との間の無端ベルト３５２、及び、第２のプーリ３７０と第３のプーリ３８０との間の無端ベルト３５２が、平行に配設されていないために、第３のプーリ３８０の直進運動に伴って、無端ベルト３５２の位置が変わり得る。したがって、モータ２０の回転角度に対する第３のプーリ３８０及び第４のプーリ３９０の直進移動距離は比例的に変化しない。なお、第３のプーリ３８０及び第４のプーリ３９０は、図示しないガイド部に沿って、直進運動の向きが決められている。

[0127] そこで、本実施形態にかかる差動装置３５０では、ケーブル１３２，１３４を介して第３のプーリ３８０及び第４のプーリ３９０に接続される回転操作部１２０Ａが、長径部及び短径部を有する形状とされている。回転操作部１２０Ａは、相対的に長い径R_Lの長径部と、相対的に短い径R_Sの短径部とを有し、長径部が、２本のケーブル１３２，１３４に挟まれるように配置される。これにより、第３のプーリ３８０及び第４のプーリ３９０が互いに逆方向に直進運動する際に、回転操作部１２０Ａが回転し、下降する第３のプーリ３８０又は第４のプーリ３９０に接続されたケーブル１３２，１３４を長径部が押すことで、ケーブル１３２，１３４に弛みが生じることを防ぐことができる。

[0128] 本実施形態にかかる差動装置３５０も、第１の実施の形態にかかる差動装置１０と同様に人体装着ロボット１００のアクチュエータとして適用することができる。

[0129] 以上説明したように、第６の実施の形態にかかる差動装置３５０は、ほぼ

同一の平面上に無端伝動部材を配設することができるために、無端伝動部材の捻じれが生じにくくなり、無端伝動部材として無端ベルト３５２や無端チェーンを用いることが可能になる。したがって、プーリ等の構成部品を大型化することなく、無端伝動部材の耐用年数を向上させることができ、継続的な使用にも耐えることができる。

[0130] また、本実施形態にかかる差動装置３５０は、モータ２０以外に、主として、４つのプーリと、２つのギヤと、無端ベルト３５２とにより構成することができる。したがって、製造コストを低減することができる。また、差動装置３５０は、ギヤの噛み合わせが１箇所しかないため、バックラッシュが少なく、応答性を向上することができ、また、動作音や衝撃を低減することができる。

[0131] また、本実施形態にかかる差動装置３５０は、第３のプーリ３８０及び第４のプーリ３９０を、ケーブルを介して人体装着ロボット１００の関節部等の回転操作部１２０Ａに接続することができる。したがって、動作対象から離れた位置に差動装置３５０を設置又は配置することができ、差動装置３５０の配置位置の自由度が高められる。

[0132] また、本実施形態にかかる差動装置３５０では、ケーブル１３２，１３４を介して第３のプーリ３８０及び第４のプーリ３９０と接続される回転操作部１２０Ａが長径部及び短径部を有する形状となっている。そのため、モータ２０の回転角度に対して、第３のプーリ３８０及び第４のプーリ３９０の直進移動距離が比例的に変化しない場合であっても、ケーブル１３２，１３４の弛みが防止され、回転操作部１２０Ａの回転動作を補償することができる。

[0133] 以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明はかかる例に限定されない。本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本発明の技術的範囲に属するものと了

解される。

[0134] 例えば、上記の各実施の形態においては、第１のプーリ及び第２のプーリの半径又は回転速度を異ならせることによって、第１のプーリによる無端伝動部材の送出長さと第２のプーリによる無端伝動部材の送出長さとを異ならせていたが、本発明はかかる例に限定されない。第１のプーリ及び第２のプーリの半径及び回転速度の双方を異ならせてもよい。この場合には、変速比をよりフレキシブルに調整することができ、モータの駆動による直進移動距離の制御が容易になる。

[0135] また、上記の各実施の形態においては、回転体としてプーリを使用していたが、本発明はかかる例に限定されない。例えば、無端伝動部材として無端チェーンを使用する場合には、プーリの代わりにスプロケットを回転体として使用してもよい。

[0136] 例えば、上記の各実施の形態においては、差動装置を人体装着ロボットのアクチュエータとして適用した例を説明したが、本発明の差動装置を適用可能な装置は、かかる例に限定されない。差動装置は、互いに逆方向に向かう力を伝達する操作体のアクチュエータとして、種々の機械装置に適用することができる。

請求の範囲

[請求項1] 一の方向に沿って平行に延びる回転軸をそれぞれ有する第１の回転体、第２の回転体、第３の回転体及び第４の回転体と、

少なくとも前記第１の回転体を軸回転させる駆動部と、

前記一の方向に交差する平面上で、前記第１の回転体、前記第２の回転体、前記第３の回転体及び前記第４の回転体に渡って配設された無端伝動部材と、を備え、

前記駆動部を駆動することにより、前記第３の回転体及び前記第４の回転体がそれぞれ直進運動を行う、差動装置。

[請求項2] 前記駆動部を駆動させた際の前記第１の回転体による前記無端伝動部材の送出量と、前記第２の回転体による前記無端伝動部材の送出量とが異なる、請求項１に記載の差動装置。

[請求項3] 前記無端伝動部材は、少なくとも前記第１の回転体、前記第４の回転体、前記第２の回転体、及び前記第３の回転体に、この順に捲回されて再び前記第１の回転体に捲回され、

前記駆動部を駆動することにより、前記第１の回転体から前記第３の回転体を経由して前記第２の回転体に至る前記無端伝動部材の長さが長くなる場合には前記第１の回転体から前記第４の回転体を経由して前記第２の回転体に至る前記無端伝動部材の長さが短くなる一方、

前記第１の回転体から前記第３の回転体を経由して前記第２の回転体に至る前記無端伝動部材の長さが短くなる場合には前記第１の回転体から前記第４の回転体を経由して前記第２の回転体に至る前記無端伝動部材の長さが長くなる、請求項１又は２に記載の差動装置。

[請求項4] 前記駆動部を駆動したときに、前記第１の回転体及び前記第２の回転体は、互いに異なる速度で回転する、請求項１～３のいずれか１項に記載の差動装置。

[請求項5] 前記第１の回転体の半径と前記第２の回転体の半径とが互いに異なる、請求項１～３のいずれか１項に記載の差動装置。

[請求項6] 前記無端伝動部材の軌跡を変更するための、少なくとも１つの従動回転体を備える、請求項１～５のいずれか１項に記載の差動装置。

[請求項7] 前記第１の回転体の回転軸に固定された第５の回転体と、前記第２の回転体の回転軸に固定された第６の回転体と、前記第５の回転体及び前記第６の回転体に捲回された第２の無端伝動部材と、を含む回転伝達部を備え、

前記第２の回転体は、前記回転伝達部を介して前記第１の回転体の回転が伝達されて回転する、請求項１～６のいずれか１項に記載の差動装置。

[請求項8] 前記第２の回転体を回転駆動する第２の駆動部を備える、請求項１～６のいずれか１項に記載の差動装置。

[請求項9] 前記第２の回転体は、ギヤ機構を介して前記第１の回転体の回転が伝達されて回転する、請求項１～４のいずれか１項に記載の差動装置。

[請求項10] 前記第１の回転体が駆動側プーリであり、前記第２の回転体が従動側プーリであり、前記駆動側プーリ及び前記従動側プーリのうちの少なくとも一方のピッチ径を変更する無段変速装置を備える、請求項１～４のいずれか１項に記載の差動装置。

[請求項11] 前記無端伝動部材が、無端ベルト、無端チェーン又は無端ケーブルである、請求項１～１０のいずれか１項に記載の差動装置。

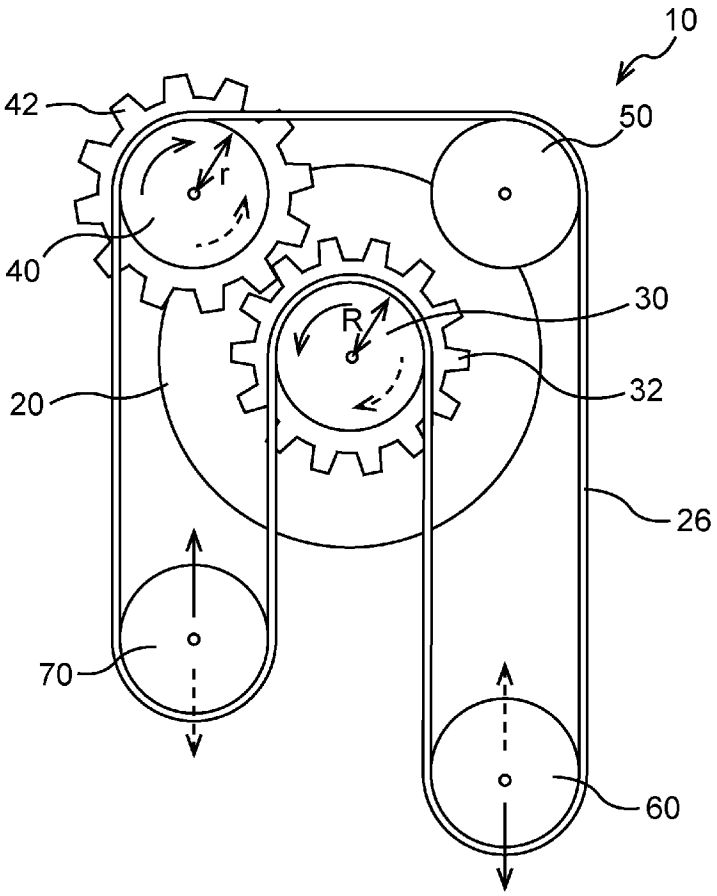
[請求項12] 前記第３の回転体及び前記第４の回転体が、それぞれ、回転動作部に固定又は捲回されたケーブルに接続され、前記差動装置が、前記回転動作部を回転駆動させる、請求項１～１１のいずれか１項に記載の差動装置。

[請求項13] 前記回転動作部が、人体装着ロボットの関節部である、請求項１２に記載の差動装置。

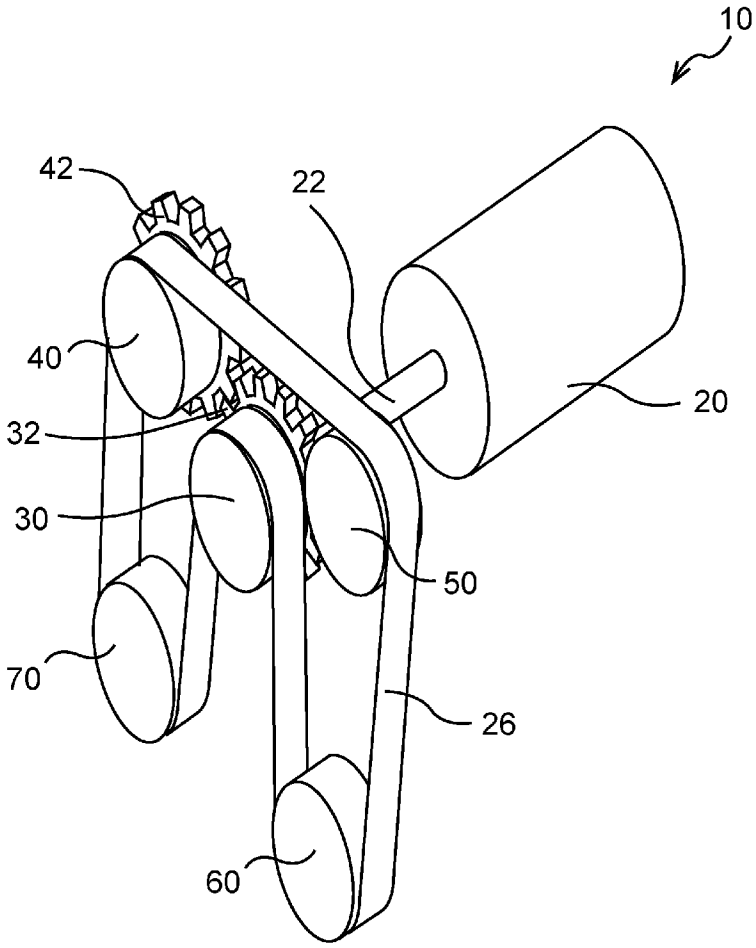
[請求項14] 前記回転動作部は、長径部及び短径部を有し、前記回転動作部が回転したときに、前記長径部が前記第３の回転体に接続されたケーブル

又は前記第４の回転体に接続されたケーブルに張力を付与する、請求項１２又は１３に記載の差動装置。

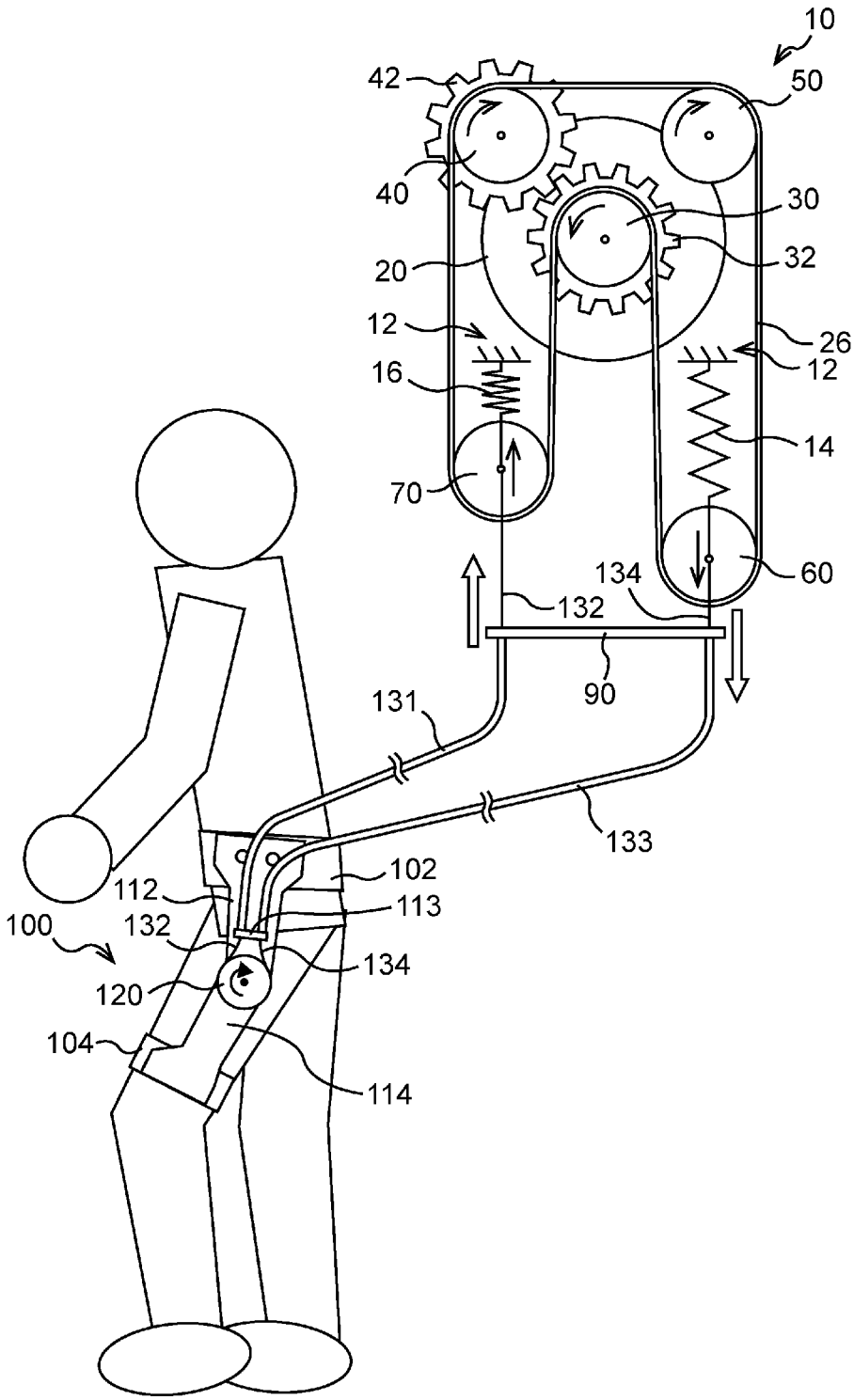
[図1]



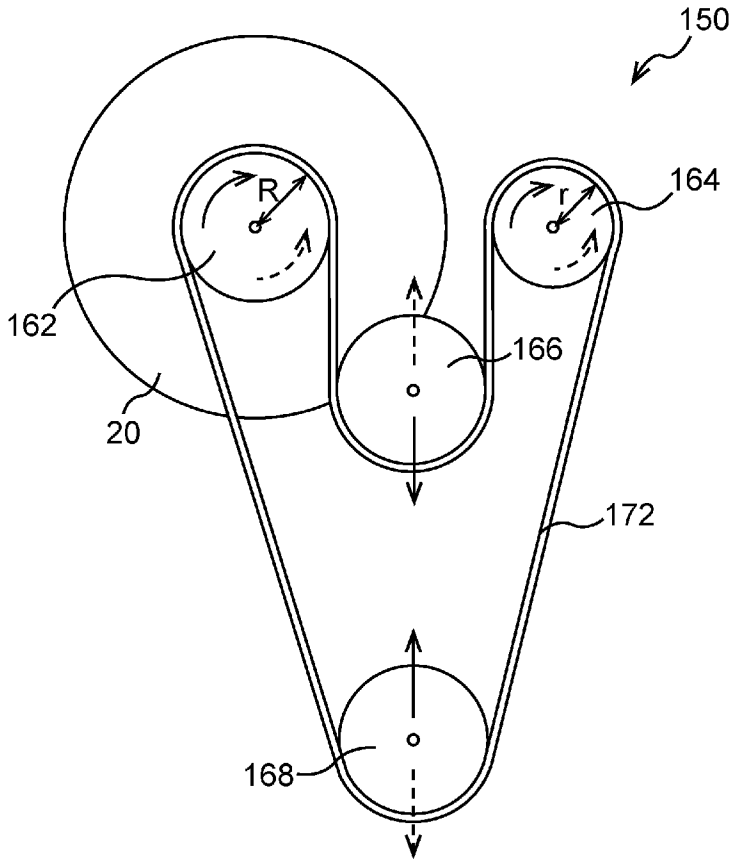
[図2]



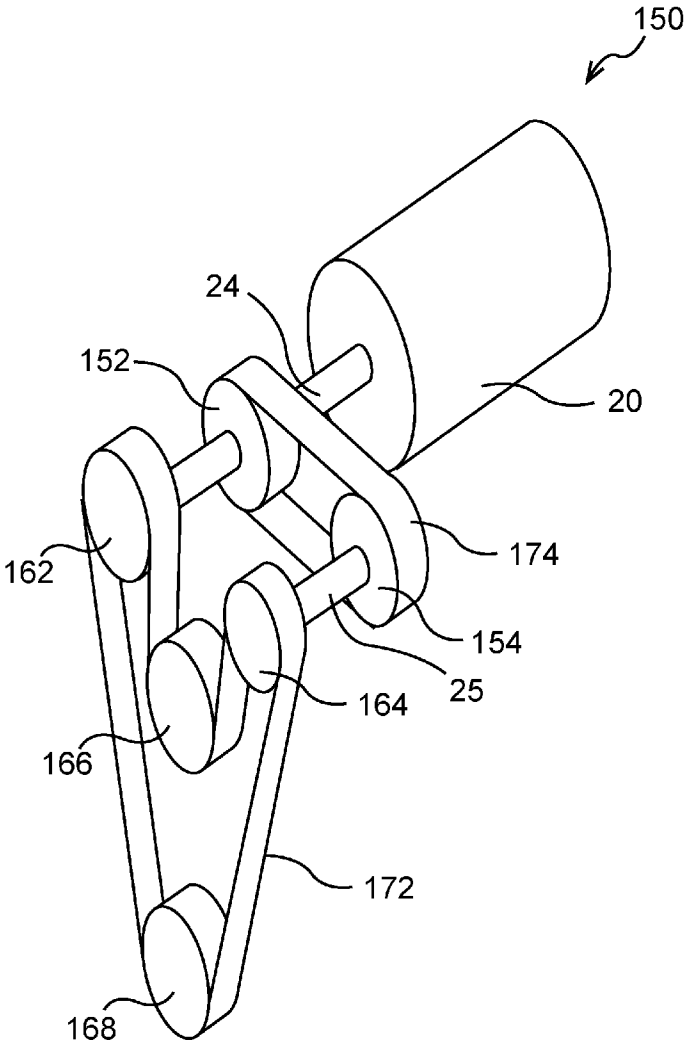
[図3]


10
42
50
40
30
20
32
12
26
16
12
14
70
60
134
132
90
131
133
102
112
113
100
132
134
120
104
114

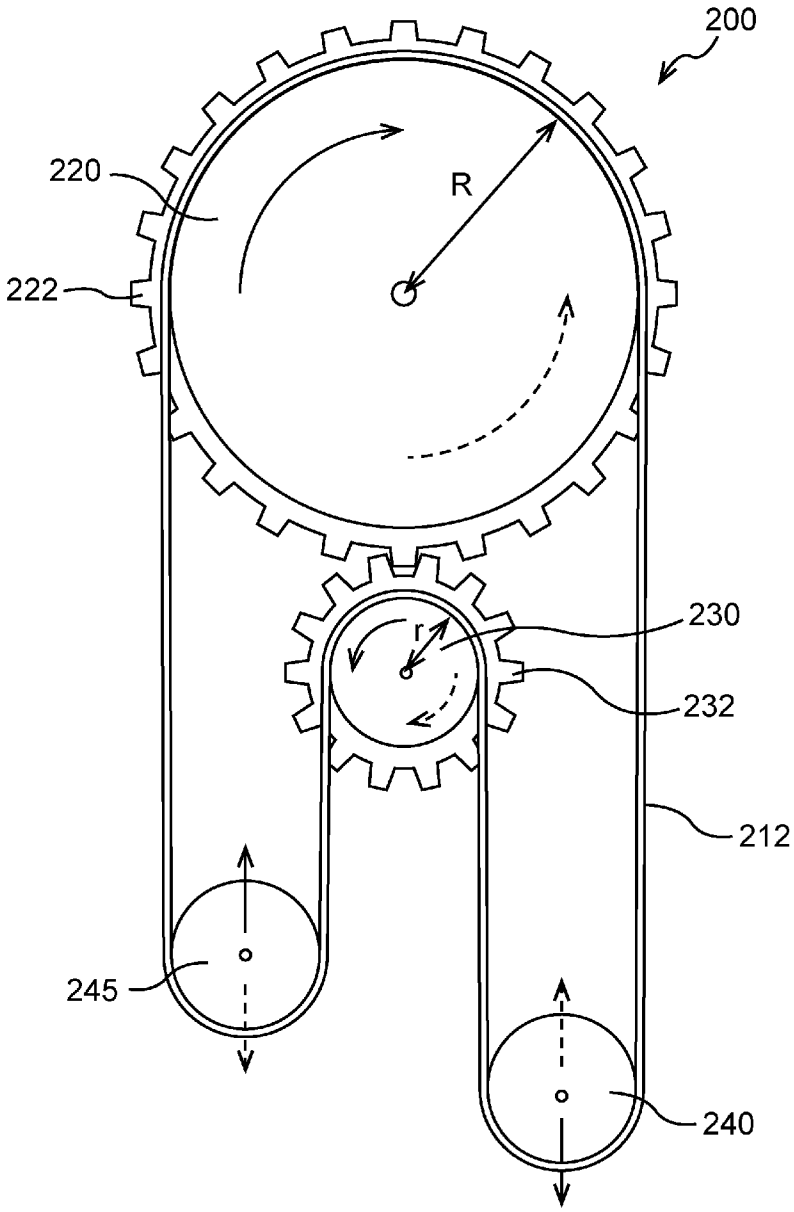
[図4]



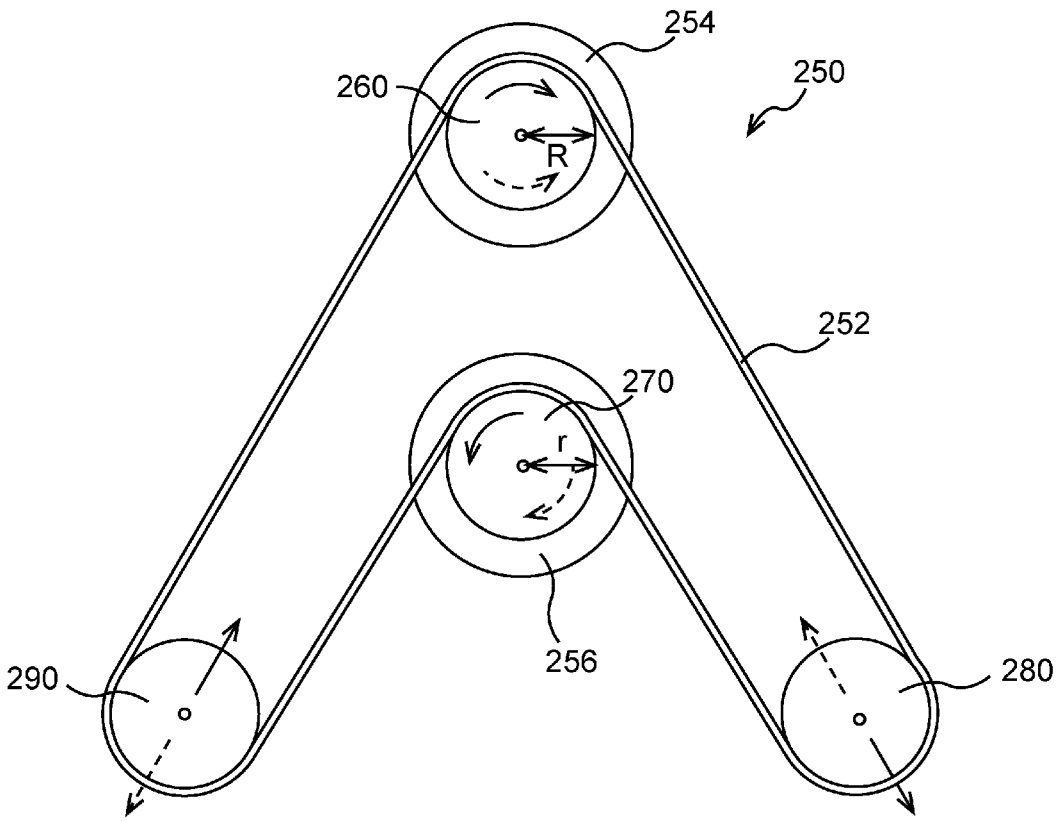
[図5]



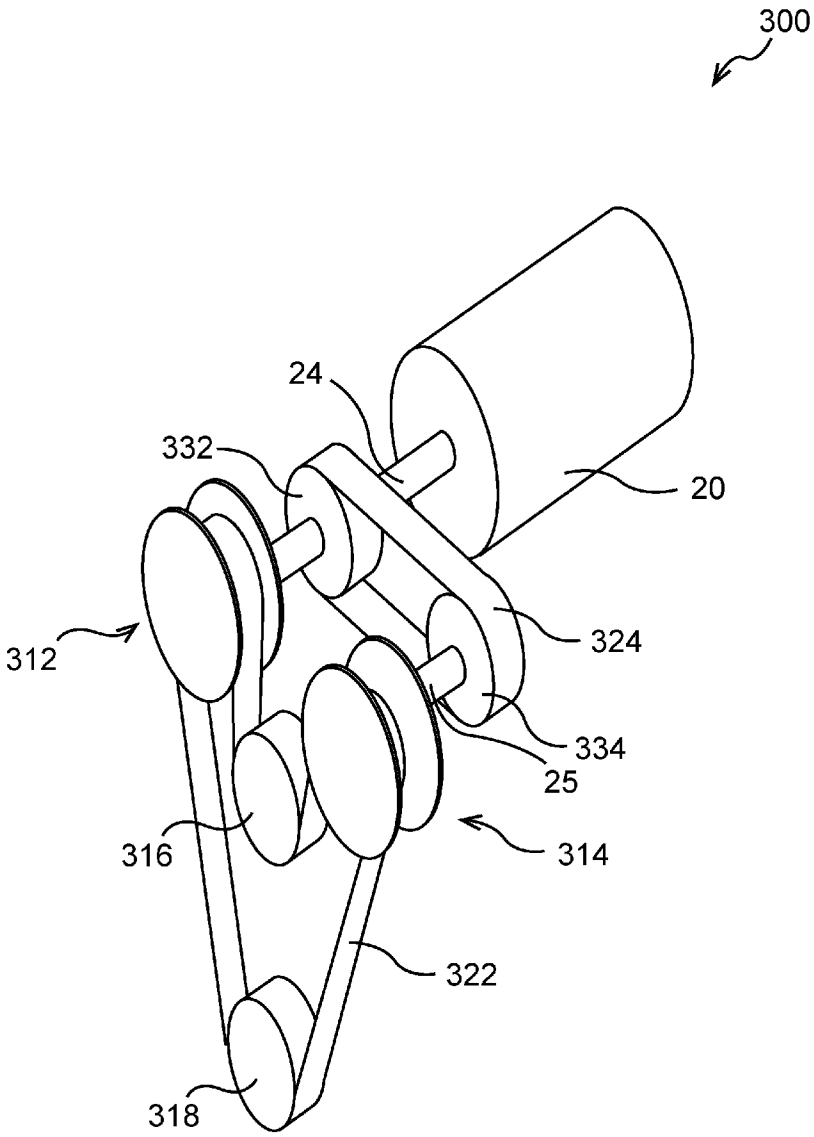
[図6]



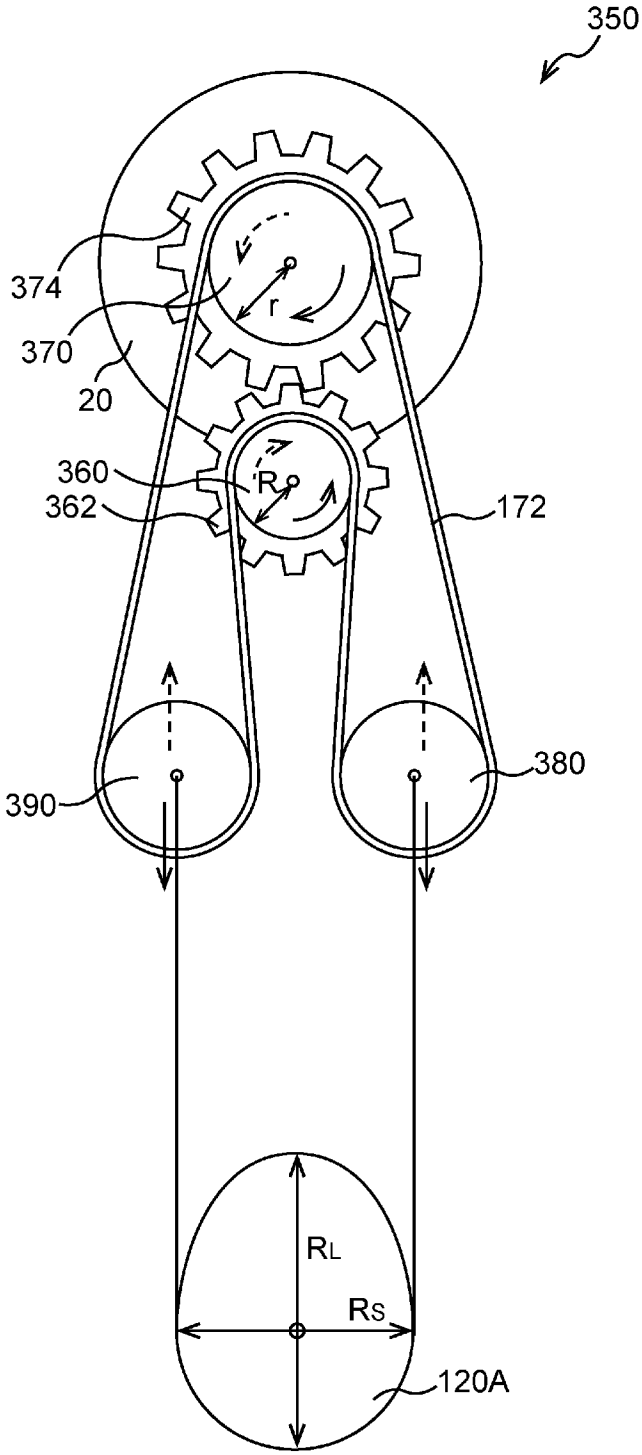
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/082256

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F16H19/02(2006.01)i, *B25J11/00*(2006.01)i, *B25J17/00*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F16H19/02, B25J11/00, B25J17/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 59-128198 A (Shin Tachikawa Kokuki Kabushiki Kaisha), 24 July 1984 (24.07.1984), page 2, upper left column, line 7 to lower left column, line 7; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-7,9,11 8,10,12-14
X A	DE 4338155 A1 (MATTHIAS, Arndt), 04 May 1995 (04.05.1995), column 1, lines 1 to 24; fig. 1.1 (Family: none)	1,6,8,11 2-5,7,9-10, 12-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
06 January 2017 (06.01.17)	17 January 2017 (17.01.17)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０８２２５６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F16H19/02(2006.01)i, B25J11/00(2006.01)i, B25J17/00(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F16H19/02, B25J11/00, B25J17/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X A	JP 59-128198 A (新立川航空機株式会社) 1984.07.24, 第２ページ左上欄第７行－左下欄第７行，第１－２図 (ファミリーなし)	1-7,9,11 8,10,12-14
X A	DE 4338155 A1 (MATTHIAS, Arndt) 1995.05.04, 第１欄第１－２４行，Ｆｉｇ．１．１ (ファミリーなし)	1,6,8,11 2-5,7,9-10, 12-14

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０６．０１．２０１７	１７．０１．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｊ　５５６７
塚本　英隆

電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３２８